

PAT-NO: JP363210757A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 63210757 A
TITLE: DEVICE AND METHOD FOR DETECTING CONDUCTIVE
MATERIAL IN NONCONDUCTIVE FIBER
PUBN-DATE: September 1, 1988

INVENTOR-INFORMATION:
NAME
KOSUGE, ISAO
GOTO, KAZUO
UETOKO, JIRO

ASSIGNEE-INFORMATION:
NAME COUNTRY
NIPPON GLASS FIBER CO LTD N/A

APPL-NO: JP62044486
APPL-DATE: February 27, 1987

INT-CL (IPC): G01N022/02, G01N022/04 , G01V003/12

US-CL-CURRENT: 324/636

ABSTRACT:

PURPOSE: To permit sure detection of a conductive material by providing a through-hole to the central part of a re-entrant cylindrical cavity resonator connected to a microwave oscillator, passing a specimen which is a nonconductive fier into the through-hole and discriminating the change in resonance conditions.

CONSTITUTION: The through-hole 12 into which yarn 13 is passed is provided to the central part of the re-entrant cylindrical cavity resonator 11 and the resonator 11 is connected via an input/output terminal 23 mounted on

the
outside wall part thereof and a circulator 24 to the microwave
oscillator 16.
The output of the resonator 11 is supplied via an A/D converter 26 to
a CPU 18;
on the other hand, the output for controlling the oscillation
frequency of an
oscillator 16 is transmitted via a D/A converter 27. The amplitude
of the
output does not change and the resonance frequency shifts largely
when there is
a very small metal in the yarn 13; therefore, whether the conductive
foreign
matter is moisture or metallic foreign matter is identifiable if the
discrimination as to whether the output drop of the resonator 11 is
by a change
in the resonance frequency or is the mere change in the amplitude is
made.

COPYRIGHT: (C)1988,JPO&Japio

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-210757

⑤ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

④ 公開 昭和63年(1988)9月1日

G 01 N 22/02

B-8406-2G

22/04

Z-8406-2G

G 01 V 3/12

A-6860-2G

審査請求 未請求 発明の数 2 (全8頁)

⑬ 発明の名称 非電導性繊維中の導電性物質を検出する為の装置及び方法

⑭ 特 願 昭62-44486

⑮ 出 願 昭62(1987)2月27日

⑯ 発 明 者 小 菅 勲 三重県津市高茶屋小森町4902番地 日本硝子繊維株式会社
内
⑯ 発 明 者 後 藤 和 夫 三重県津市高茶屋小森町4902番地 日本硝子繊維株式会社
内
⑯ 発 明 者 上 床 次 郎 三重県津市高茶屋小森町4902番地 日本硝子繊維株式会社
内
⑰ 出 願 人 日本硝子繊維株式会社 三重県津市高茶屋小森町4902番地
⑱ 代 理 人 弁理士 土 屋 勝

明 細 書

1. 発明の名称

非電導性繊維中の導電性物質を検出する為の装置及び方法

2. 特許請求の範囲

1. マイクロ波発振器と、

このマイクロ波発振器に接続された半同軸空洞共振器と、

この半同軸空洞共振器の中心部分に設けられた貫通孔と、

この貫通孔に非電導性繊維の被検体を連続的に通過させる為のガイド手段と、

上記半同軸空洞共振器の共振条件の変化を検出する為の検出手段とを夫々具備した非電導性繊維中の導電性物質を検出する為の装置。

2. 上記検出手段が、上記半同軸空洞共振器の出力変化をモニターする為のモニター手段と、上記半同軸空洞共振器の共振周波数が変化した場合

うかを判定する為の判定手段とを夫々有していることを特徴とする特許請求の範囲第1項に記載の装置。

3. 上記半同軸空洞共振器の共振周波数の変化に応じて上記マイクロ波発振器の発振周波数を制御する為の制御手段が設けられていることを特徴とする特許請求の範囲第2項に記載の装置。

4. 被検体である非電導性繊維を半同軸空洞共振器に連続的に通過させ、

この半同軸空洞共振器の出力変化をモニターし、更に、

生じた出力変化が上記半同軸空洞共振器の共振周波数の変化によるものかどうかを判別し、

この判別に基づいて、上記非電導性繊維に含まれている導電性物質の種類を判定することを特徴とする非電導性繊維中の導電性物質を検出する為の方法。

5. 被検体である非電導性繊維の太さ変化を、上記半同軸空洞共振器の共振周波数の比較的緩慢な変化として判別し、この共振周波数の変化に応

じて上記半同軸空洞共振器の励振周波数を補正することを特徴とする特許請求の範囲第4項に記載の方法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、ガラス繊維やプラスチックファイバーのような非電導性繊維中に存在する微小な金属又は水分等の導電性物質を検出する為の装置及び方法に関するものである。

(従来の技術とその問題点)

例えば、ガラス繊維中には、その原料或いは製造工程において異物の混入する場合がある。この異物の種類には種々のものがあるが、中でも、金、銀、鉄、ニッケル等、或いはこれらの金属間化合物若しくは硫化物などの導電性物質は、繊維状ガラス加工品をプリント配線基板等の電気絶縁材料として使用する際には、その絶縁性を損なう原因となる。又、光通信用ファイバーによる長距離伝

送路において、光ファイバー中にこのような異物が混入すると光ファイバーとしての機能を失ってしまう。

しかし、従来、ガラス繊維の単線若しくは綫り糸（以下、単に「ヤーン」と言う。）の製造工程では、検出すべき金属性異物があまりにも微小であってその検出が困難であるという理由から、このような金属性異物の検出又は検査を行っていないのが実状であった。

そして、この為、ガラス繊維をプリント配線基板等に用いる場合には、ヤーンをクロス状に製織した後で、このような金属性異物の検出を行っていたが、これには次のような欠点があった。即ち、①製織クロスは通常かなり広大（例えば、幅1200mm×長さ5000mm）であり、この中から数μm程度の微小な異物を検出することは、その装置構成上からも、非常に困難であった。又、②異物が検出された場合には、そのクロス全体が欠陥品となってしまい、その損失額が非常に大きくなっていた。

一方、ヤーン中の導電性異物の検出方法として、例えば特開昭60-20138号公報には、本願の第4図に示すように、方形導波管1に小孔2を設け、ここにヤーン3を通過させて検出する方法が提案されている。しかしこの方法では、検出の精度は管内波長λの1/4（例えば10GHzで約8mm長）のものが限度であり、これより微小な金属性物質はその検出が困難であった。特に長さが1mm以下のものを検出することは、この装置では殆ど不可能であった。

ところが、プリント配線基板は、近年、複層化と共に高密度実装化が進められており、部品間距離がより短くなってきた。この為、プリント基板用のガラスクロス内へ混入する金属性異物の許容範囲もより小さいものが要求され、例えば長さが1mm以下のものも取除くべく要求が出されている。

(問題点を解決するための手段)

本発明は上述の問題点に鑑みてなされたもので

あって、例えばヤーン中の長さが1mm以下の微小な導電性異物をも確実に検出することのできる装置及び方法を提供しようとするものである。

本発明による装置は、例えば第1図に示すように、半同軸空洞共振器11を具備しており、この半同軸空洞共振器11の中心部に設けられた貫通孔12に被検体である非電導性繊維13が連続的に通過せられる。貫通孔12には、非電導性繊維13をガイドする為のガイド手段、例えばテフロン（商標名）製のチューブ14、セラミックガイド15等が設けられている。

半同軸空洞共振器11はマイクロ波発振器16によって励振され、非電導性繊維13中に導電性物質が存在することによる共振条件の変化が、検出回路17、コンピューターユニット(CPU)18等から成る検出手段によって検出される。

本発明の好ましい実施態様においては、上記検出手段が、半同軸空洞共振器11の出力変化をモニターする為のモニター手段、例えば検出回路17と、半同軸空洞共振器11の共振周波数が変化

したかどうかを判定する為の判定手段、例えばCPU18とを夫々有している。そしてこれによって、半同軸空洞共振器11の出力変化が共振周波数の変化によるものか、或いは共振周波数は変化せず単に振幅のみが変化したものかが判別され、この判別に基づいて、非電導性繊維13に含まれている導電性物質が、例えば微小金属であるか水分であるかが判定される。

本発明の別の好ましい実施態様によれば、半同軸空洞共振器11の共振周波数の変化に応じてマイクロ波発振器16を制御する為の制御手段、例えばCPU18が設けられており、これによって、例えば半同軸空洞共振器11の共振周波数の変化が非電導性繊維の太さ変化による比較的緩慢な変化である場合に、半同軸空洞共振器11の励振周波数を補正するようにしている。

(作用)

例えば第1図に示す装置において、半同軸空洞共振器11を通過する非電導性繊維11中に導電

性物質が存在しなければ、半同軸空洞共振器11は一定の励振周波数で共振している。

しかし、非電導性繊維11中に導電性物質が存在すると半同軸空洞共振器11の共振条件が変化してその出力が低下する。

例えば、非電導性繊維11に水分が付着又は含有されていると、第2A図に示すように、共振周波数 f は変化せずにその振幅だけが変化する(ΔV)。

一方、非電導性繊維11に金属性異物が含まれていると、第2B図に示すように、共振周波数が f から f_1 に Δf だけ変化した、励振周波数 f_1 の状態では半同軸空洞共振器11の出力が大きく下がってしまう。

そこで、半同軸空洞共振器11の出力低下が振巾変化によるものか周波数変化によるものかを判別すれば、非電導性繊維11に含まれている導電性物質が水分なのか金属性異物なのかを識別することができる。

(実施例)

以下、本発明を実施例につき説明する。

第1図に本発明の一実施例による検出装置の構成を示す。

半同軸空洞共振器11は、全体に偏平な円柱形をなしており、その内部に空洞21が形成されている。空洞共振器11の内部上壁面には、この空洞共振器11と同心状の突起部22が設けられており、これによって空洞21はその断面がほぼコ字状となるように構成されている。

空洞共振器11の中心部には、その中心軸Pに沿って貫通孔12が設けられている。そして、この貫通孔12の内部にはテフロン(商標名)製のチューブ14が嵌装されている。又、この貫通孔12の上下端には、フランジ状をなすセラミックガイド15が夫々嵌着されている。これらのテフロンチューブ14及びセラミックガイド15は夫々、ガラス繊維のヤーン13を貫通孔12を通ず際にこのヤーン13をガイドして、ヤーン13が傷付かないようにする為のものである。この目的

の為に、セラミックガイド15は、その屈曲部の内面が丸められていて、ヤーン13を滑らかにガイドするように配慮されている。

空洞共振器11は、その外壁部に取り付けられた入出力端子23及びサーキュレータ24を介してマイクロ波発振器16に接続されている。サーキュレータ24は、周知の如く、マイクロ波発振器16からの出力を空洞共振器11に供給すると同時に、空洞共振器11からの出力を、このサーキュレータ24の別の端子に接続された検出回路17に供給する為のものである。

検出回路17からの検出出力は、増巾器25及びA/D変換器26を経てコンピュータユニット(CPU)18に供給される。一方、CPU18からは、マイクロ波発振器16の発振周波数を制御する為の出力がD/A変換器27を経てマイクロ波発振器16に供給される。

マイクロ波発振器16としては、その発振周波数が数百MHz～数千MHzで出力が数mW～数百mWのものが好ましい。本実施例においては、発振

周波数 3 GHz、出力 1 mW のものを用いている。

又、励振周波数が 3 GHz の時に、出力 Q を大きくとれる半同軸空洞共振器 11 の各寸法例を下記に示す。単位はすべて mm である。

D ₁	30.0	30.0
D ₂	40.96	47.66
H	6.0	10.0
d	1.0	3.0
C	3.0 φ	3.0 φ

この半同軸空洞共振器 11 に、導電性異物の存在しないヤーン 13 を一定速度で通過させた場合には、この半同軸空洞共振器 11 の出力 Q は変化しない。

しかし、ヤーン 13 中に、微小な金属、例えば 8 μm φ、長さ 1 mm の SUS を入れたものを通過させると、第 2 B 図に示すように、振巾 V は殆ど変化せず、共振周波数 f が大きくシフトする。従って、励振周波数 f₀ が一定のままでは、空洞共振器 11 の出力 Q は大きく低下する。

一方、ヤーン 13 に水分を含ませて同じように

通過させると、第 2 A 図に示すように、共振周波数 f₀ は変化せずに振巾のみが低下する。

従って、半同軸空洞共振器 11 の出力低下が、共振周波数の変化によるものか、或いは共振周波数は変化せずに単に振巾のみが変化したものかを判別すれば、導電性異物の種類が水分か金属性異物かを識別することができる。

本実施例の装置においては、この共振周波数変化の検出を次のようにして行なっている。

即ち、本実施例の装置には、ヤーン 13 の太さを補償する為の機構が設けられており、共振周波数変化の検出はこの機構を利用して行なわれる。

そこで、まず、ヤーン 13 の太さ変化の補償機構について説明する。

半同軸空洞共振器 11 を通過するヤーン 13 の太さ変化は、僅かではあるが共振周波数の比較的緩慢な変化をもたらす。そこで本実施例の装置では、このヤーン 13 の太さ変化に起因する共振周波数のずれを CPU 18 によって検出し、そのずれ分をマイクロ波発振器 16 ヘフィードバックし

てマイクロ波発振器 16 の発振周波数を変化させ、このマイクロ波発振器 16 の発振周波数が半同軸空洞共振器 11 の共振周波数に常に一致するように制御している。

即ち、CPU 18 は、検出回路 17 によって検出した半同軸空洞共振器 11 の出力が、その直前に検出した値よりも低下した場合、マイクロ波発振器 16 の発振周波数を僅かに変化させる。半同軸空洞共振器 11 の出力低下が共振周波数のシフトによるものであれば、第 2 B 図に破線で示すグラフを参照しても分るように、マイクロ波発振器 16 による励振周波数を大きくするか小さくするかの場合に、半同軸空洞共振器 11 の出力は増加する。従って、この半同軸空洞共振器 11 の出力が増加する方向にマイクロ波発振器 16 の発振周波数を変化させていく。このマイクロ波発振器 16 の発振周波数が、新しい共振周波数（例えば f₁）を越えて変化すると半同軸空洞共振器 11 の出力は再び減少し始める。そこで、半同軸空洞共振器 11 の出力が極大値をとる周波数

が判定でき、半同軸空洞共振器 11 はこの新しい発振周波数で励振される。

このようにして、ヤーン 13 の太さ変化による共振周波数の緩慢な変化は CPU 18 によって補正され、半同軸空洞共振器 11 からは常に最大の出力 Q が得られる。即ち、半同軸空洞共振器 11 を常に最大感度にしておくことができる。

このような比較的緩慢な共振周波数の変化は、ヤーン 13 の太さ変化以外、例えば付着バインダーの量や質の変化等によっても現れるが、本実施例の装置では、このような場合でも、マイクロ波発振器 16 による励振周波数が半同軸空洞共振器 11 の共振周波数に常に一致するように自動的に補正されるので、このような導電性異物以外の原因による誤検出を防止することができる。

又、上述した太さの検出機構において、共振周波数の変化を定量的に検出するようにすれば、これを、ヤーンの太さの番手を検出する為に用いることもできる。

次に、上述の機構を利用して、導電性異物の種

類を判別する方法を説明する。

先ず、導電性異物が金属性のものである場合には、第2B図に示すように、例えば半同軸空洞共振器11の共振周波数 f が f_1 に大きく変化する。従って、この時、半同軸空洞共振器11の出力Qは急激に低下し、上述した機構によってCPU18はマイクロ波発振器16の発振周波数を補正しようとする。しかし、この場合には、変化が急激で大きい為に、マイクロ波発振器16の発振周波数を完全に補正することは無理である。しかし、この機構によって、半同軸空洞共振器11の出力変化が周波数変化によるものであることは容易に判定することができる。

一方、導電性異物が水分である場合には、第2A図に示すように、半同軸空洞共振器11の共振周波数 f は殆ど変化せず、単に振巾Vのみが低下する。しかし、この場合にも、半同軸空洞共振器11の出力Qが低下するので、CPU18はマイクロ波発振器16の発振周波数を補正しようとする。ところが、この場合には、第2A図のグラ

フからも分るように、マイクロ波発振器16の発振周波数を左右どちらの方向に変化させても、半同軸空洞共振器11の出力Qは更に低下するのみである。従って、このように、マイクロ波発振器16の発振周波数を大きくしても小さくしてもいずれの場合にも出力Qが低下する場合には、半同軸空洞共振器11の共振周波数が変化していないと判定することができる。

実際には、上述した2つの判定方法のうちいずれか一方のみ、即ち、半同軸空洞共振器11の出力変化が周波数変化によるものであるという判定か、出力変化を伴わないものであるという判定かのいずれか一方のみを採用すれば充分である。しかし、両方を併用すれば、誤検出が少なくなるので好ましい。

このように、本実施例の装置では、ヤーン13中に導電性異物が存在するか否かのみならず、その導電性異物が水分であるか金属性のものであるかをも識別することができる。

尚、上述した水分の検出において、振巾Vの変

化を定量的に検出するようにし、且つ、適当な温度補正手段を設ければ、本実施例の装置を水分の異常検出に用いることもできる。

第1図に示すように、本実施例においては、半同軸空洞共振器11の断面形状を、その出力Qが高くとれる構造とし、且つ、ヤーン13中に存在する金属性異物が、この半同軸空洞共振器11内の高周波電界に対してほぼ平行に入って最も感度が高くなる位置を通過するように構成している。しかも、微小金属が高周波電界を短絡した時に最高感度となるように、電界面が最も短くなるように工夫している。従って、例えば長さが1mm以下の微小な金属であっても確実に検出することができる。更に、半同軸空洞共振器11内での電界分布が均一になるような構造であるので、例えばヤーン13の横揺れやヤーン表面のケバの大小による検出誤差が生じ難い。

実際に、ガラスヤーン(9 μ m ϕ ×400本綫り)に予めサンプルとしてSUS、Au、Ni及びそれらの硫化物を混入したものを使って検出実験を

行ったところ、太さ1 μ m ϕ ~8 μ m ϕ 、長さ1mm~3mmの異物を全て検出することができた。但し、実験は、励振周波数3GHz、出力1mW、キャビティ寸法d=2mmで行った。

又、種々の金属を用いた場合の実験結果を次頁の表に示した。

(以下余白)

条件	SUS8 μ m		Au 9 μ m		Au 1 μ m		Ni ₃ S ₂		H ₂ O
	1 μ m	5 μ m	1 μ m	5 μ m	1 μ m	5 μ m	1 μ m	5 μ m	-
金属なし(ブランク)	6.60	6.60	6.70	6.60	6.65	6.60	6.60	6.60	7.05
金属入	2.50	0.30	2.00	0.15	2.85	0.20	3.00	0.35	6.80
ΔV	4.10	6.30	4.70	6.45	3.80	6.40	3.60	6.25	0.25

ができる。又、本実施例のように構成することによって、マイクロ波発振器16等も1つで済む。

(発明の効果)

本発明によれば、例えば長さが1 μ m以下の微小な金属性異物でも高感度で確実に検出することができる。又、導電性異物が水分であるか金属性異物であるかを識別することができるので、これらを区別して検出できると共に、各々の検出装置として用いた場合でも、その誤検出を少なくすることができる。

更に、被検体である非電導性繊維の太さ変化等を自動的に補正するように構成することができるので、誤検出が更に少なくなる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例による検出装置の縦断面図及び回路構成図、第2A図及び第2B図は空洞共振器の共振波形の変化を夫々示すグラフ、第3図は本発明の別の実施例による検出装置の概

この結果から分るように、本実施例の装置によれば、長さが1 μ mの微小な金属であっても、長さが5 μ mのものに近い大きな検出出力で検出することができる。

第3図に、本発明の第2の実施例を示す。

この実施例は、第1図で説明した半同軸空洞共振器11を複数並列に設け、同時に多数のヤーン13の検査を行うようにしたものである。

各半同軸空洞共振器11に関連した構成及び動作は、第1図で説明した実施例と全く同様であるが、本例においては、各半同軸空洞共振器11からの出力は、各サーキュレータ24からPINスイッチ28を介して検出回路17に入力される。PINスイッチ28は、所定の時間(例えば10 μ sec)ごとに各半同軸空洞共振器11からの出力を時分割して入力する為のもので、CPU18からD/A変換器29を介して制御されるようになっている。このようなPINスイッチ28を用いることにより、複数の半同軸空洞共振器11の出力変化を1つの検出回路で連続的に検出すること

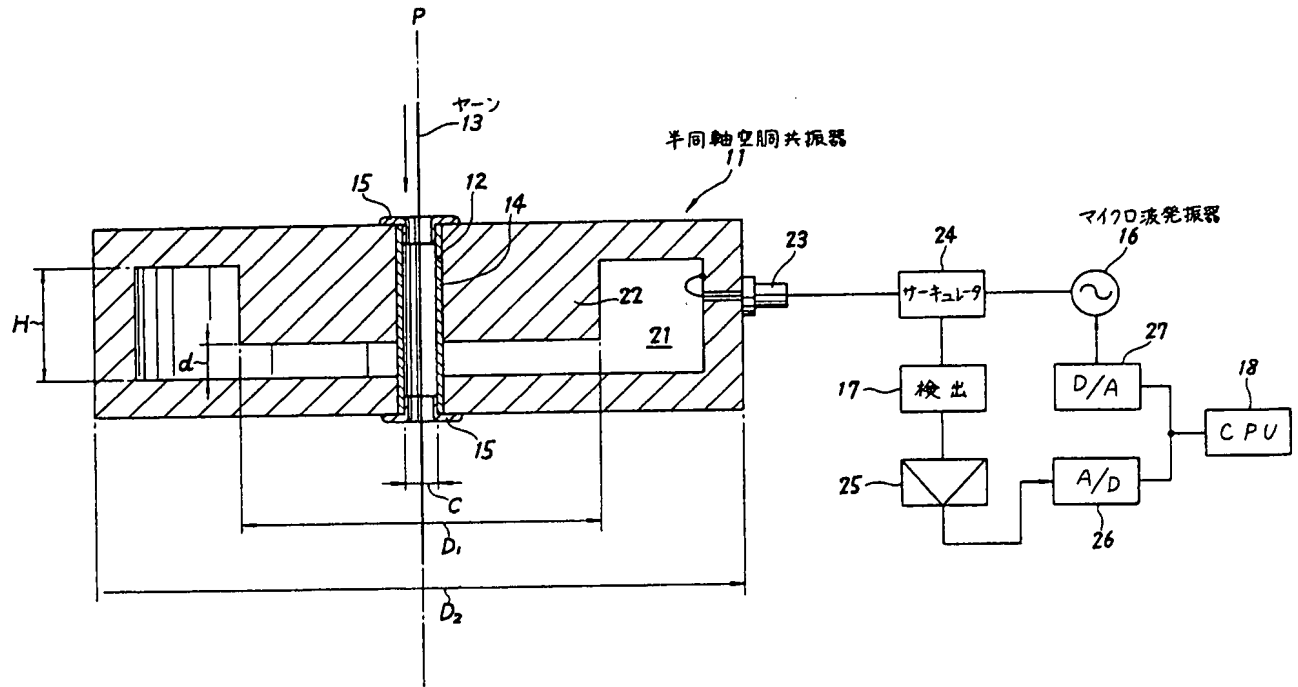
略図、第4図は従来の検出装置の外観斜視図である。

尚、図面に用いた符号において、

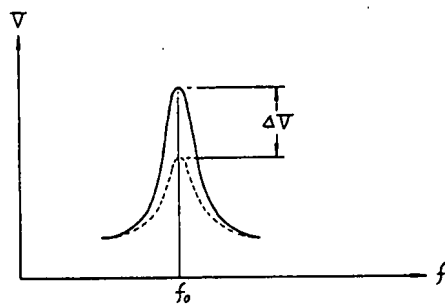
- 11 半同軸空洞共振器
- 13 ヤーン
- 16 マイクロ波発振器
- 17 検出回路
- 18 コンピュータユニット
(CPU)

である。

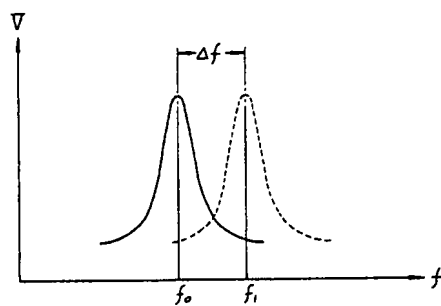
代理人 土屋 勝



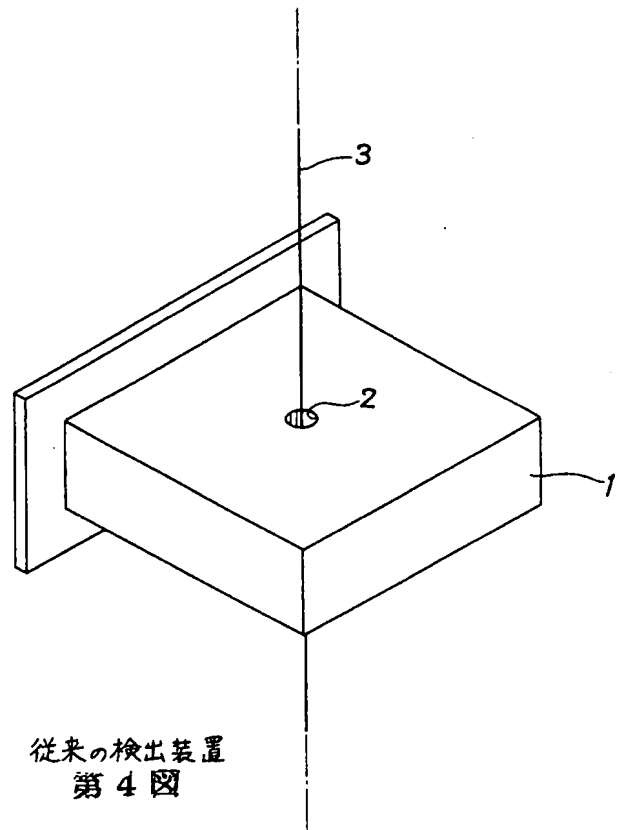
検出装置
第1図



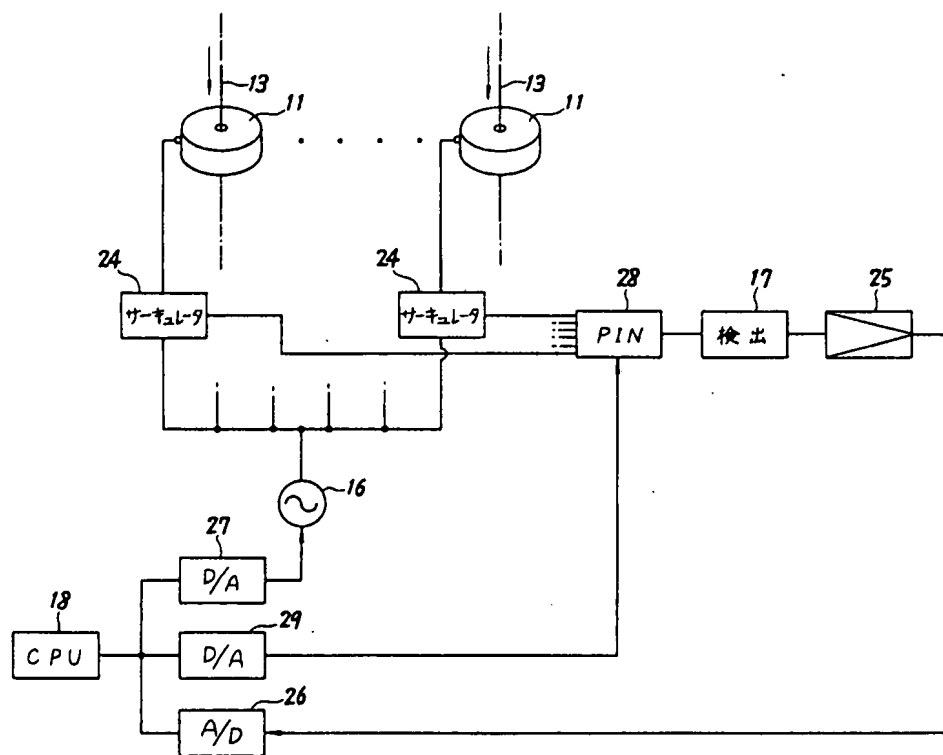
グラフ
第 2 A 図



グラフ
第 2 B 図



従来の検出装置
第4図



検出装置
第3図